

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-021289
 (43)Date of publication of application : 28.01.1994

(51)Int.CI.

H01L 23/427
 H02M 7/04
 H02M 7/48
 // B60L 15/00

(21)Application number : 04-176497
 (22)Date of filing : 03.07.1992

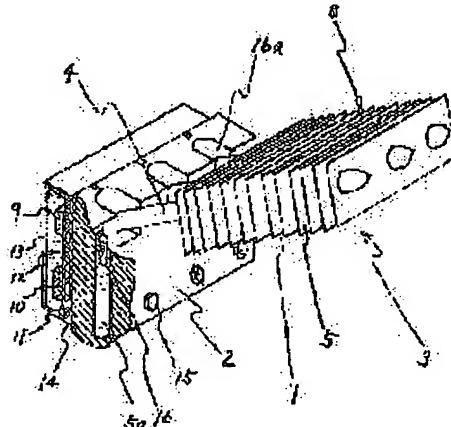
(71)Applicant : HITACHI LTD
 (72)Inventor : KUWABARA HEIKICHI
 FUJIOKA KAZUMASA
 TAKASAKI TOSHIO
 SAITO HIDEJI
 TOYODA EIICHI

(54) COOLER FOR SEMICONDUCTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a highly reliable cooler for a semiconductor, which is excellent in heat conductivity and low-cost.

CONSTITUTION: An insulating layer 10 is formed on an element base 11, and thereon a thyristor element 9 is mounted. The one side of a cooling block 2, where a heat pipe 3 charged with a refrigerant is inserted, and the one side of an element base 11 are in contact with each other through a heat conductive grease 14. Moreover, a pipe 4, which constitutes the heat pipe 3, is bent halfway, and cooling fins 5 are provided on the side where it fronts on outside air. Hereby, water can be used for the refrigerant, and a low-priced heat pipe can be constituted, and also since the heat pipe is curved, it can be cooled effectively by the heat radiation by natural convection.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.06.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3067399

[Date of registration] 19.05.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The heating element unit which carried many heating elements. The cooling block which was countered and formed in this heating element unit, and enclosed the refrigerant with the interior. It carries out that this heat pipe prepared the cooling fin in the side in which the refrigerant which enclosed the interior in the aforementioned cooling block was formed in possible [a flow], and this heat pipe extended by being the semiconductor cooling system equipped with the above, forming an electric insulation membrane layer in the front face of the element base of the aforementioned heating element unit, and forming the heat pipe which extended in slanting [the slight side or slanting / slight] to the aforementioned cooling block in the side in the aforementioned cooling block as the

[Claim 2] The semiconductor cooling system according to claim 1 characterized by establishing a means to pinch heat-conduction grease between the aforementioned element base and the aforementioned cooling block, and to conclude the aforementioned element base and the aforementioned cooling block.

[Claim 3] The semiconductor cooling system according to claim 2 characterized by establishing a minute slot at least in one side of the field where the aforementioned element base and the aforementioned cooling block counter.

[Claim 4] It inserts in the cooling block which countered and prepared the end side of the pipe which enclosed the refrigerant in the heating element unit which carried many heating elements. Prepare a cooling fin in the other end side of this pipe, and the aforementioned pipe is bent so that the flow direction of the aforementioned refrigerant may change between the insertion section to the aforementioned cooling block of this pipe, and the aforementioned cooling-fin section. The semiconductor cooling system characterized by forming mostly the aforementioned cooling fin and the insertion section to the aforementioned cooling block of the aforementioned pipe in parallel.

[Claim 5] The semiconductor cooling system according to claim 4 characterized by establishing a detailed slot in the internal surface of the pipe of the aforementioned heat pipe.

[Claim 6] The semiconductor cooling system according to claim 1 or 4 characterized by arranging the aforementioned cooling block in the gravity direction two or more steps.

[Claim 7] The semiconductor cooling system according to claim 1 or 4 characterized by having used as water the refrigerant enclosed in the aforementioned heat pipe, and carrying out to below the capacity of the enclosure section of the aforementioned refrigerant in which the amount of enclosure of this water was formed in the aforementioned cooling block.

[Claim 8] The semiconductor cooling system according to claim 1 or 4 characterized by arranging a fan in the space which prepares a fan guide in the circumference of the condenser section of the aforementioned heat pipe, and is formed of this fan guide.

[Claim 9] The semiconductor cooling system characterized by having arranged two or more thyristor elements in the front face of the element base prepared in the direction of a vertical plane, having concluded in layers the cooling block and this element base which form the heat sink of heat generated with this thyristor element through the insulating layer, having formed the heat pipe in the aforementioned cooling block, and preparing the condenser section of this heat pipe in the position between just beside from right above the aforementioned cooling block.

[Claim 10] The semiconductor cooling system characterized by to form this heat pipe so that it may fall with gravity, after the refrigerant which arranged two or more thyristor elements in the front face of the element base prepared in the direction of a vertical plane, concluded in layers the cooling block and this element base which forms the heat sink of heat generated with this thyristor element through the

insulating layer, formed the heat pipe in the aforementioned cooling block, and enclosed in this heat pipe condenses with the condenser of this heat pipe.

[Claim 11] The vehicle characterized by carrying the semiconductor cooling system of a publication in any 1 term of claims 1, 4, 9, and 10.

[Claim 12] The vehicle according to claim 11 characterized by preparing the aforementioned semiconductor cooling system in the body lower part of the aforementioned vehicle mostly at the symmetry.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to a semiconductor cooling system, and relates to a suitable semiconductor cooling system to cool generation of heat of the thyristor element of a vehicle by which inverter control was carried out especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] The cooling system of the thyristor of the conventional vehicles by which inverter control was carried out is described at JP,63-254754,A and JP,1-192148,A. As shown in drawing 2, the laminating of the thyristor 1 and the cooling block 2 which control an inverter is carried out by turns there. and a thyristor 1 and the cooling block 2 — an air space — minding — pushing — being the so-called — the pressure welding is carried out. The thyristor 1 builds in the thyristor element and the copper post is installed in the field which touches the cooling block 2.

[0003] On the other hand, the pipe 4 which constitutes a heat pipe 3 is inserted in the cooling block 2. The example in which three pipes 4 are inserted is shown in drawing 2. Many cooling fins 5 are attached in the other end side of a pipe 4, and a condenser 8 is constituted. A refrigerant is enclosed in a pipe 4. The heat which generated heat with the thyristor element in a thyristor 1 heat-conducts the inside of a thyristor 1, and is told from the copper post of ends to the cooling block 2. In order to make good propagation of the heat to the cooling block 2 from a copper post, the pressure welding of both is carried out by the about 2-3t force. Chlorofluocarbon liquid, perphloro car BONTO liquid, etc. are used for the refrigerant in a pipe 4.

[0004] If the cooling block 2 is heated, the refrigerant of a liquid will reach saturation temperature, will start boil, and will generate a refrigerant gas. The refrigerant gas which occurred flows the inside of a pipe 4 to the cooling-fin 5 side above drawing 2. It is cooled and a refrigerant gas condensate-izes here. Liquefied refrigerant liquid returns a pipe 4 to the lower part side of drawing 2 again.

[0005] Air 7 is flowing and the outside of a cooling fin 5 is cooled by natural convection or the forced convection. In cooling by the free convection, a fan is not installed, but the convection current generates him in it according to the density-of-air difference produced by the temperature gradient of the air warmed by the cooling fin 5 and surrounding air 7. In the case of the forced convection, although not illustrated to drawing 2, the fan etc. is installed, by it, the flow of air is generated compulsorily and heat transfer from a cooling fin 5 to air 7 is made good.

[0006] At the time of the operation of an inverter, in order for the high current of the high voltage to flow in a thyristor 1, it is necessary to insulate a thyristor 1 and a condenser 8 side. Therefore, the insulator 6 is formed between condensers 8 the cooling block 2 side at the pipe 4. And since the refrigerant enclosed in a pipe 4 also needs to maintain insulation, as a refrigerant, many things of chlorofluocarbon and a perphloro carbon system are used like the above-mentioned.

[0007] Furthermore, the structure which inserts a high temperature conductivity electric insulation object between an exoergic body and a heat pipe block is indicated by JP,1-192148,A.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] in the above-mentioned conventional technology, in order to make good heat transfer to the cooling block 2 from a thyristor 1, a flat surface is made to the field where both touch, and both are made into the shape of a stack and pressed down by the force of a degree about 2-3t. Therefore, since there is not only need, but it finished the flat surface of the contact surface for improving both contact with high precision and the thyristor 1 interior was suppressed by the 2-3t force, the force in which generating of the thermal stress in the interior of a thyristor and the insufficiency of this

flat finish were strong against a thyristor owing to acted, and there was a possibility that a thyristor might be damaged. Moreover, although the insulator 6 was formed and the insulation of a pipe 4 was maintained, when this insulator 6 was formed, while joining a pipe 4 and an insulator 6 and having left the technical problem to the reliability of equipment, there was a possibility of becoming cost quantity. Moreover, although insulating fluids, such as chlorofluocarbon liquid or perphloro carbon liquid, are enclosed with the refrigerant, the heat transfer property in the heat pipe 3 interior of these fluids is not necessarily high. Therefore, there was fault that the condenser 8 which consists of cooling fins etc. became large-sized.

[0009] The purpose of this invention cools effectively the semiconductor device used for a vehicle etc., and is to offer a reliable cooling system.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, in the semiconductor cooling system of this invention, a thyristor element is mounted in a perpendicular flat surface, and the laminating of the heating element block and cooling block which carried the thyristor element is carried out to the shape of a stack through an electric insulation membrane layer. And it extends in the side in slanting [of a cooling block / the slight side or slanting / slight], and the heat pipe formed in the cooling block is formed.

[0011] Moreover, it inserts in the cooling block which countered and prepared the end side of the pipe which enclosed the refrigerant in the heating element unit which carried many heating elements. Prepare a cooling fin in the other end side of this pipe, and the aforementioned pipe is bent so that the flow direction of the aforementioned refrigerant may change between the insertion section to the aforementioned cooling block of this pipe, and the aforementioned cooling-fin section. The aforementioned cooling fin and the insertion section to the aforementioned cooling block of the aforementioned pipe are mostly formed in parallel.

[0012] Moreover, two or more thyristor elements are arranged in the front face of the element base prepared in the direction of a vertical plane, the cooling block and this element base which form the heat sink of heat generated with this thyristor element are concluded in layers through an insulating layer, a heat pipe is formed in the aforementioned cooling block, and the condenser section of this heat pipe is prepared in the position between just beside from right above the aforementioned cooling block.

[0013] Moreover, two or more thyristor elements are arranged in the front face of the element base prepared in the direction of a vertical plane, the cooling block and this element base which form the heat sink of heat generated with this thyristor element are concluded in layers through an insulating layer, a heat pipe is formed in the aforementioned cooling block, and after the refrigerant enclosed in this heat pipe condenses with the condenser of this heat pipe, this heat pipe is formed so that it may fall with gravity.

[0014] Furthermore, the semiconductor cooling system formed as mentioned above is carried in a vehicle.

[0015]

[Function] The ceramics formed between a thyristor element and the element base insulate between the element bases with the thyristor element for which a high current flows by the high voltage. And since the condenser side of a heat pipe is arranged at the portion which touches the man of a vehicle under floor, it becomes possible to prevent risk. For example, the pressure welding of the heat pipe block can be carried out to the copper base, without applying the force to a thyristor element by occupying with a bolt etc., if a hole is established in a copper base side and the tapped hole is prepared in the heat pipe block side. The heat which generated heat with the thyristor element is told to the copper base through a ceramic layer. And from the copper base, to a heat pipe block, it falls by the contact thermal resistance of the pressure-welding section, and heat transfer is carried out to it. In a heat pipe block, since two or more heat pipes are inserted, heat is transmitted from a heat pipe block to the refrigerant side inside a heat pipe. Since refrigerant liquid exists in a heat pipe at a heat pipe block side, refrigerant liquid is heated here. If the temperature of refrigerant liquid exceeds the boiling point of refrigerant liquid, refrigerant liquid will start boil. If refrigerant liquid boils, since it is the latent heat of vaporization, a heat-conducting characteristic will improve by leaps and bounds. A refrigerant gas goes up and is condensed by the cooling-fin side. When a refrigerant is water, a heat-conducting characteristic improves compared with the case of the chlorofluocarbon of the conventional technology, or perphloro carbon. The physical-properties value of this reason as which water determines the superiority or inferiority of heat-conducting characteristic, such as the latent heat of vaporization and thermal conductivity, is because it is large. If a heat-conducting characteristic improves, the temperature gradient by the side of a heat pipe block and a cooling fin will become small carrying out heat transfer of the same heating value. If a temperature gradient becomes

small, increase of the amount of heat transfer, reduction of element temperature, the miniaturization of a condenser, etc. can be performed.

[0016]

[Example] One example of this invention is shown in drawing 1. Through the insulating layer 10 of ceramics, the thyristor element 9 uses solder for the copper element base 11, and is joined to it. This forms a heating element block. Although there may be anything [no] in the circumference of the thyristor element 9, a mould may be carried out by the resin 12 like drawing 1, and the surroundings of it may be reinforced with plastics 13. On the other hand, the heat pipe 3 is arranged at the element base 11 side. The heat pipe 3 connected the end side to the cooling block 2, it has the pipe 4 which attached the cooling fin 5 in the other end side, and the cooling block 2, and the cooling-fin 5 section constitutes a condenser 8. Heat-conduction grease 14 is pinched between the element base 11 and the cooling block 2, and the tapped hole is prepared in the element base 11. And the bolt insertion mouth is prepared in the position corresponding to this tapped hole of the cooling block 2. It makes it possible to prepare the film of heat-conduction grease 14 between the contact surfaces of the element base 11 and the cooling block 2 by inserting a bolt 15 in a bolt insertion mouth, and binding tight with the tapped hole by the side of the element base 11. A tapped hole and a bolt insertion mouth may become the case of drawing 1, and reverse. That is, a tapped hole may be prepared in the cooling block 2 side, a bolt insertion mouth may be prepared in the element base 11 side, and a bolt may be inserted from the element base 11 side.

[0017] Two or more pipe insertion mouths which insert a pipe 4 are prepared in the cooling block 2. Although it is decided with the calorific value etc. that the number of pipe insertion mouths will be arrangement of the thyristor element 9, it is necessary to establish the position which inserts a bolt 15 in the position which avoids the thyristor element 9, when inserting in the position which avoids a pipe insertion mouth when inserting from the cooling block 2 side from the element base 11 side again, and to choose arrangement of a pipe insertion mouth in consideration of these points.

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective diagram of one example of this invention.
[Drawing 2] It is the perspective diagram of the conventional technology.
[Drawing 3] It is the side elevation of one example of this invention.
[Drawing 4] They are some side elevations of the heat pipe of one example of this invention.
[Drawing 5] It is the side elevation of one example of this invention.
[Drawing 6] It is the side elevation of one example of this invention.
[Drawing 7] It is the side elevation of one example of this invention.
[Drawing 8] It is the perspective diagram showing the contact surface structure of one example of this invention.
[Drawing 9] It is the perspective diagram showing the contact surface structure of one example of this invention.
[Drawing 10] It is the side elevation of the vehicle which carried one example of this invention.
[Drawing 11] It is the transverse-plane cross section of the vehicle which carried one example of this invention.
[Drawing 12] It is the transverse-plane cross section of the vehicle which carried one example of this invention.

[Description of Notations]

1 [— A heat pipe, 4 / — A pipe, 5 / -- A cooling fin, 8 / -- A condenser, 9 / — A thyristor element, 10 / — An insulating layer, 11 / — The element base, 14 / — Heat-conduction grease, 19 / — 23 A detailed slot, 24 / — 25 The contact surface, 26 / — A detailed slot, 27 / — A vehicle, 38 / — Controller.] — A thyristor, 2 — A cooling block, 3

[Translation done.]

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】発熱体を多数搭載した発熱体ユニットと、該発熱体ユニットに対向して設けられ内部に冷媒を封入した冷却ブロックとを備えた半導体冷却装置において、前記発熱体ユニットの素子ベースの表面に電気絶縁膜層を形成し、前記冷却ブロックに前記冷却ブロックに対して側方または斜め側方に延在したヒートパイプを設け、該ヒートパイプはその内部を前記冷却ブロック内に封入した冷媒が流動可能に形成され、該ヒートパイプの延在した側に冷却フィンを設けたことを特徴とする半導体冷却装置。

【請求項2】前記素子ベースと前記冷却ブロックとの間に熱伝導グリースを挟持し、前記素子ベースと前記冷却ブロックとを締結する手段を設けたことを特徴とする請求項1に記載の半導体冷却装置。

【請求項3】前記素子ベースおよび前記冷却ブロックの対向する面の少なくとも一方に微小溝を設けたことを特徴とする請求項2に記載の半導体冷却装置。

【請求項4】冷媒を封入したパイプの一端側を発熱体を多数搭載した発熱体ユニットに対向して設けた冷却ブロックに挿入し、該パイプの他端側に冷却フィンを設けたものであって、該パイプの前記冷却ブロックへの挿入部と前記冷却フィン部との間で前記冷媒の流動方向が変化するように前記パイプを曲げて、前記冷却フィンと前記パイプの前記冷却ブロックへの挿入部とをほぼ平行に形成したことを特徴とする半導体冷却装置。

【請求項5】前記ヒートパイプのパイプの内壁面に微細溝を設けたことを特徴とする請求項4に記載の半導体冷却装置。

【請求項6】前記冷却ブロックが重力方向に複数段配設されていることを特徴とする請求項1または4に記載の半導体冷却装置。

【請求項7】前記ヒートパイプ内に封入する冷媒を水とし、この水の封入量を前記冷却ブロック内に形成した前記冷媒の封入部の容積以下としたことを特徴とする請求項1または4に記載の半導体冷却装置。

【請求項8】前記ヒートパイプの凝縮器部の周囲にファンガイドを設け、該ファンガイドにより形成される空間にファンを配設したことを特徴とする請求項1または4に記載の半導体冷却装置。

【請求項9】垂直面方向に設けた素子ベースの表面にサイリスタ素子を複数個配設し、該サイリスタ素子で発生した熱のヒートシンクを形成する冷却ブロックと該素子ベースとを絶縁層を介して層状に締結したものであって、前記冷却ブロックにヒートパイプを設け、該ヒートパイプの凝縮器部を前記冷却ブロックの真上から真横の位置に設けたことを特徴とする半導体冷却装置。

【請求項10】垂直面方向に設けた素子ベースの表面にサイリスタ素子を複数個配設し、該サイリスタ素子で発生した熱のヒートシンクを形成する冷却ブロックと該素

子ベースとを絶縁層を介して層状に締結したものであって、前記冷却ブロックにヒートパイプを設け、該ヒートパイプ内に封入した冷媒が該ヒートパイプの凝縮器で凝縮した後重力により落下するように該ヒートパイプを形成したことを特徴とする半導体冷却装置。

【請求項11】請求項1、4、9、10のいずれか1項に記載の半導体冷却装置を搭載したことを特徴とする車両。

【請求項12】前記半導体冷却装置を前記車両の車体下部にはほぼ対称に設けたことを特徴とする請求項11に記載の車両。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体冷却装置に係り、特に、インバータ制御された車両のサイリスタ素子の発熱を冷却するのに好適な半導体冷却装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のインバータ制御された車両のサイリスタの冷却装置は、例えば、特開昭63-254754号公報、特開平1-192148号公報に記されている。そこでは、図2に示すように、インバータを制御するサイリスタ1と冷却ブロック2とを交互に積層している。そして、サイリスタ1と冷却ブロック2とは空気層を介して押し付け、いわゆる圧接されている。サイリスタ1は、サイリスタ素子を内蔵しており、冷却ブロック2と接する面に銅ボストが設置されている。

【0003】一方、冷却ブロック2には、ヒートパイプ3を構成するパイプ4が挿入されている。図2には、パイプ4が3本挿入されている例を示す。パイプ4の他端側には冷却フィン5が多数取りつけられ、凝縮器8を構成する。パイプ4内には冷媒が封入される。サイリスタ1内のサイリスタ素子で発熱した熱は、サイリスタ1内を熱伝導し、両端の銅ボストから冷却ブロック2へ伝えられる。銅ボストから冷却ブロック2への熱の伝わりを良好にするため、両者を例えば2~3トン程度の力で圧接している。パイプ4内の冷媒には、フロン液、バーフロロカーボント液などを用いている。

【0004】冷却ブロック2が加熱されると、液体の冷媒は飽和温度に達し沸騰を開始し、冷媒ガスを発生する。発生した冷媒ガスは、パイプ4内を図2の上方の冷却フィン5側へ流れる。ここで冷媒ガスが冷却され、凝縮液化する。液化した冷媒液は再び、パイプ4を図2の下方側へ戻る。

【0005】冷却フィン5の外側は、空気7が流れおり、自然対流あるいは強制対流によって冷却されている。自然対流による冷却の場合には、ファンは設置されておらず、冷却フィン5によって暖められた空気と周囲の空気7との温度差によって生じる空気の密度差によって、対流が発生する。強制対流の場合は図2には図示しないが、ファン等が設置されており、それによって空気

50

3

の流れが強制的に発生され、冷却フィン5から空気7への伝熱を良好にしている。

【0006】インバータの作動時には、サイリスタ1内に高電圧の大電流が流れるため、サイリスタ1と凝縮器8側とを絶縁する必要がある。そのため、パイプ4には、冷却ブロック2側と凝縮器8との間に、碍子6が設けられている。そして、パイプ4内に封入する冷媒も絶縁性を保つ必要があるため、冷媒としては前述の如く、フロン、パーフロロカーボン系のものが多く使用される。

【0007】さらに、特開平1-192148号公報には、発熱物体とヒートパイプブロックとの間に高熱伝導性電気絶縁体を挿入する構造が記載されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術においては、サイリスタ1から冷却ブロック2への伝熱を良好にするため、両者の接する面を平面に仕上げ、両者をスタッツ状にして2~3トン程度の力で押さえ付けている。したがって、両者の接触を良くするための接触面の平面を高精度に仕上げが必要があるばかりではなく、サイリスタ1内部を2~3トンの力で押さえ付けているため、サイリスタ内部における熱応力の発生や、この平面仕上げの不十分さが原因で、サイリスタに強い力が作用して、サイリスタが破損する恐れがあった。また、碍子6を設けてパイプ4の絶縁性を保っているが、この碍子6を設けると、パイプ4と碍子6とを接合する必要が生じ、装置の信頼性に課題を残しているとともに、コスト高になる恐れがあった。また、冷媒にフロン液あるいはパーフロロカーボン液などの絶縁性流体を封入しているが、これらの流体のヒートパイプ3内部における熱伝達特性は必ずしも高いわけではない。したがって、冷却フィン等で構成される凝縮器8が大形になるという不具合があった。

【0009】本発明の目的は、車輌等に用いられる半導体素子を効果的に冷却し、信頼性の高い冷却装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の半導体冷却装置においては、サイリスタ素子を垂直な平面に実装し、サイリスタ素子を搭載した発熱体ブロックと冷却ブロックとを、電気絶縁膜層を介してスタッツ状に積層したものである。そして、冷却ブロックに形成したヒートパイプを冷却ブロックの側方または斜め側方に延在して設けたものである。

【0011】また、冷媒を封入したパイプの一端側を発熱体を多数搭載した発熱体ユニットに対向して設けた冷却ブロックに挿入し、該パイプの他端側に冷却フィンを設けたものであって、該パイプの前記冷却ブロックへの挿入部と前記冷却フィン部との間で前記冷媒の流動方向が変化するように前記パイプを曲げて、前記冷却フィン

と前記パイプの前記冷却ブロックへの挿入部とをほぼ平行に形成したものである。

【0012】また、垂直面方向に設けた素子ベースの表面にサイリスタ素子を複数個配設し、該サイリスタ素子で発生した熱のヒートシンクを形成する冷却ブロックと該素子ベースとを絶縁層を介して層状に締結したものであって、前記冷却ブロックにヒートパイプを設け、該ヒートパイプの凝縮器部を前記冷却ブロックの真上から真横の間の位置に設けたものである。

【0013】また、垂直面方向に設けた素子ベースの表面にサイリスタ素子を複数個配設し、該サイリスタ素子で発生した熱のヒートシンクを形成する冷却ブロックと該素子ベースとを絶縁層を介して層状に締結したものであって、前記冷却ブロックにヒートパイプを設け、該ヒートパイプ内に封入した冷媒が該ヒートパイプの凝縮器で凝縮した後重力により落下するよう該ヒートパイプを形成したものである。

【0014】さらに、以上の様に形成した半導体冷却装置を車輌に搭載したものである。

【0015】

【作用】サイリスタ素子と素子ベースとの間に設けられたセラミックスは、高電圧で大電流が流れるサイリスタ素子と、素子ベース間を絶縁する。そして、ヒートパイプの凝縮器側は、車輌床下の人に触れる部分に配置されるため、危険を防ぐことが可能になる。例えば、銅ベース側に穴が設けられ、ヒートパイプブロック側にねじ穴を設けておくと、ボルト等で占めつけることにより、サイリスタ素子に力を加えることなく、銅ベースとヒートパイプブロックを圧接することができる。サイリスタ素子で発熱した熱は、セラミックス層を通って銅ベースに伝えられる。そして、銅ベースからヒートパイプブロックへは、圧接部の接触熱抵抗分だけ低下して伝熱される。ヒートパイプブロック内には、ヒートパイプが複数本挿入されているので、熱はヒートパイプブロックからヒートパイプ内部の冷媒側へ伝わる。ヒートパイプ内においては、冷媒液はヒートパイプブロック側に存在するので、ここでは冷媒液が加熱される。冷媒液の温度が冷媒液の沸点を越えると、冷媒液は沸騰を開始する。冷媒液が沸騰すると、その蒸発潜熱のため伝熱特性は飛躍的に向上する。冷媒ガスは上昇して冷却フィン側で凝縮する。冷媒が水の場合には、従来技術のフロンやパーフロロカーボンの場合と比べて、伝熱特性が向上する。この理由は、水は蒸発潜熱、熱伝導率など伝熱特性の優劣を決定する物性値が大きいためである。伝熱特性が向上すると、同じ熱量を伝熱するのにヒートパイプブロック側と冷却フィン側との温度差が小さくなる。温度差が小さくなると、伝热量の増大、素子温度の低減、凝縮器の小型化等を行うことができる。

【0016】

【実施例】図1に本発明の一実施例を示す。サイリスタ

5

素子9はセラミックスの絶縁層10を介して銅製の素子ベース11に半田を用いて接合されている。これが発熱体ブロックを形成する。サイリスタ素子9の周囲には何もない場合もあるが、図1のように樹脂12でモールドし、その廻りをプラスチック13で補強している場合もある。一方、素子ベース11側にはヒートパイプ3が配置されている。ヒートパイプ3は、冷却ブロック2に一端側を接続し、他端側に冷却フィン5を取り付けたパイプ4と、冷却ブロック2とを備えており、冷却フィン5部が凝縮器8を構成する。素子ベース11と冷却ブロック2との間には熱伝導グリース14が挟持され、素子ベース11にはねじ穴が設けられている。そして、冷却ブロック2のこのねじ穴に対応する位置には、ボルト挿入口が設けられている。ボルト15をボルト挿入口に挿入し、素子ベース11側のねじ穴と締め付けることにより、素子ベース11と冷却ブロック2の接触面間に熱伝導グリース14の薄い層を設けることを可能にする。ねじ穴とボルト挿入口は図1の場合と逆になってもよい。つまり、ねじ穴を冷却ブロック2側に、ボルト挿入口を素子ベース11側に設けて、素子ベース11側からボルトを挿入してもよい。

【0017】冷却ブロック2にはパイプ4を挿入するパイプ挿入口が複数個設けられている。パイプ挿入口の数は、サイリスタ素子9の配置と、その発熱量などによって決まるが、ボルト15を挿入する位置は、冷却ブロック2側から挿入する場合はパイプ挿入口を避ける位置に、また、素子ベース11側から挿入する場合はサイリスタ素子9を避ける位置に設ける必要があり、パイプ挿入口の配置は、これらの点を考慮して選ぶ必要がある。パイプ挿入口にはヒートパイプ3を構成するパイプ4が挿入され、各パイプ4には、多数の冷却フィン5が取り付けられている。パイプ4の内壁面には多数の溝16が形成され、パイプ4内部には冷媒5aとして純水が封入されている。パイプ4は直線状の場合もあるが、図1のようにパイプ挿入口の上方側に切り欠き16aを設け、パイプ4を折り曲げて配置してもよい。このようにすることにより、サイリスタ冷却システム全体のスペースファクター（配置効率）を良好にすることができます。

【0018】この半導体冷却装置では、サイリスタ素子9から発生する熱をヒートパイプ3の凝縮器8側へ導き、最終的には凝縮器8の外側にある空気7と熱交換して冷却する方法を利用している。つまり、サイリスタ素子9で発生した熱は、先ず絶縁層10を通って素子ベース11側へ伝わる。ここで、一つの素子ベース11に対して、サイリスタ素子9が複数個配置されていて、各サイリスタ素子9における発生熱量が異なる場合に、素子ベース11はそれ自身の温度分布が均一化するよう作用する。素子ベース11から冷却ブロック2へは、熱伝導グリース14を通して伝熱されている。素子ベース11と冷却ブロック2はボルト15で締結されているの

10

20

30

40

50

6

で、この部分では接触熱抵抗が存在する。空気層があると、空気の熱伝導率が低いために、ここでの温度差が大きくなってしまう。熱伝導グリース14は、空気よりも熱伝導率がはるかに大きいため、温度差を小さくできる効果がある。冷却ブロック2部では、冷却ブロック2に挿入されているパイプ4へサイリスタ素子で発熱した熱が熱伝導で伝熱される。そして、パイプ4内に封入されている冷媒5aとしての純水へ伝熱される。ここでの伝熱には、水の沸騰あるいは蒸発現象を伴う。すなわち、ヒートパイプ3のパイプ4が加熱され、その温度が、パイプ4内の冷媒5aの飽和温度よりも高くなると、液体の冷媒5aが蒸発あるいは沸騰する。この伝熱形態は、対流などの伝熱形態に比べてはるかに伝熱性能が高い。液体の冷媒5aが蒸発あるいは沸騰すると、冷媒5aよりガスが発生し、この冷媒ガスは、パイプ4内を凝縮器8側へ流れる。凝縮器8部においては、パイプ4の外部に設けた冷却フィン5が空気流で冷却されているため、パイプ4内の冷媒ガスは、パイプ4の壁面で冷却されて、凝縮液化する。液化された冷媒液は再びパイプ4内を冷却ブロック2側へ戻る。このようにしてサイリスタ素子9で発生した熱は、最終的には、凝縮器8の外部の空気へと伝えられる。

【0019】このように構成した本実施例においては、発熱素子と冷却ブロックとの間に電気的絶縁層を設けているため、ヒートパイプ内に封入する冷媒を水にすることが可能になる。そして、冷媒が水であることにより、ヒートパイプの沸騰及び凝縮性能の向上を図れる。又、ヒートパイプにおいて、冷却ブロック側と凝縮器との間を碍子などによる絶縁構造にする必要がなくなり、冷却装置が安価に製作できる。従来、発熱体ユニットと冷却ブロックとは交互に積層されていたが、冷却ブロックの面に発熱体ユニットを多数実装することにより、発熱体ユニットに押しつける力を小さくすることが可能になり、発熱素子の破損を防止できる。また、ヒートパイプのパイプが曲げられて形成されているため、ヒートパイプの凝縮器の冷却が、ファンなしの自然対流のみで可能になる。自然対流の冷却はファンを取り付けていないので、冷却装置の信頼性が向上するばかりでなく、消費電力の低減を図れる効果がある。

【0020】本実施例では、発熱体がサイリスタ素子の場合を示したが、サイリスタ素子の代わりにIGBTで代表されるパワートランジスタであってもよい。また、サイリスタ素子が水平に実装されてもよい。

【0021】図3に本発明の他の実施例を示す。これらの実施例ではヒートパイプ3のパイプ4をほぼ直角に曲げている。曲げる位置は、冷却ブロック2と凝縮器8との間である。この実施例によると、冷却ブロック2を多段に積み重ねる配置が可能となる。図3には2段の場合を示した。なお、パイプ4を曲げると、実質的に曲げるという意味であり、例えば、パイプ4が銅パイプやア

7

ルミパイプの場合には、ベンダーなどで曲げることもできる。また、冷却ブロック2側に挿入したパイプ4の部分と、凝縮器8側のパイプ4の部分とを、フランジ構造にして接続する場合には、フランジ部分を利用して実質的にパイプ4を曲げた構造にすることも可能である。この実施例では、素子ベース11を重力方向に実装し、凝縮器8を形成する冷却フィン5が、重力方向にはほぼ平行に配置されるようにヒートパイプを構成している。ところで、パイプ4がほぼ直角に曲げられていないと、冷却フィン5は重力方向と平行にならないが、実用的にはほぼ重力方向に対して平行に近い状態であればよい。つまり、凝縮器8の外側の空気は、フィン5の間を流れてフィン5と熱交換してフィンを冷却する。そして、空気流17は、元來の空気の温度と、フィン5によって暖められた空気の温度との差に基づく密度差によって強められる。この流れは重力方向に発生するため、冷却フィン5が重力方向とほぼ平行であると、冷却フィン5の間を流れる空気流17が、スムーズに流れ、空冷時の冷却効果が高まる。したがって、冷却フィン5が逆に水平に近いと、空気の流れが悪くなり、冷却効果が急激に減じてしまう。

【0022】また、冷却ブロック2を多段に配設して、パイプ4を曲げた構造にすると、多段に配設された凝縮器8の間に空間ができる。例えば、図3の2段の例では空間18の部分である。この空間18も冷却効率を高める効果を有する。つまり、凝縮器8側で暖められた空気が上昇して空間18に放出される。そして、外部の周囲空気と混合して、温度が下がった空気となって、上段の凝縮器8へと流入する。この空間18が存在しないと下段の凝縮器8で温度を高められた空気が、そのまま上段の凝縮器8部へ流入する。従来、この方法を用いていたので、多段になると上段の凝縮器ほど、冷却効率が低下するという不具合が生じていた。本実施例によれば、ヒートパイプのパイプが曲げられて形成されているため、ヒートパイプの凝縮器の冷却を、ファンなしの自然対流のみで可能になる。さらに、冷却ブロックを多段に配設しても、自然対流の冷却が可能になる。自然対流の冷却はファンを取り付けていないので、冷却装置の信頼性が向上するばかりでなく、消費電力の低減を図れる効果がある。

【0023】図4に、本発明のさらに他の実施例のヒートパイプ3の一部断面図を示す。パイプ4の内壁面に微細溝19を設けたことが本実施例の特徴である。微細溝19を設けることにより、パイプ4内の液体の冷媒5aの沸騰性能の向上と、ガスの冷媒5aの凝縮性能の向上が図られる。また、前述の如く、ガスの冷媒5aから液体の冷媒5aに凝縮器8側のパイプ4内で相変化し、冷却ブロック2側のパイプ4内へ液体の冷媒5aが戻る。そこで、パイプ4の内壁面の微細溝19をパイプ4の軸方向に走るように設けると、生成された冷媒5aの凝縮

10

液が微細溝19内に浸入し、その表面張力の作用により、凝縮液に冷却ブロック2側方向の力が働く。その結果、微細溝19内の液体の冷媒5aは冷却ブロック2側へと輸送される。パイプ4が重力方向に平行で直立であると、冷媒5aの凝縮液は重力の作用で落下するが、パイプ4が曲げられている場合には、液落下に及ぼす重力の影響が弱められる。そのため、この場合には微細溝19が、凝縮液がパイプ4内の冷却ブロック2側へ輸送されるのを助けることになる。なお、冷媒5aをパイプ4内に封入するわけであるが、冷媒5aとしては、水あるいはパーフロロカーボンなどの液体が用いられる。特に水の場合は熱伝達に及ぼす熱物性値、つまり熱伝導率、蒸発潜熱、比熱、表面張力などが優れているので、高い伝熱性能を得ることができる。水を用いることが可能になるのは次の理由による。つまり、サイリスタ素子9側には高電圧の大電流が流れるが、ヒートパイプ3の凝縮器8側には安全上の問題から高電圧を印加したくない。そこで、本発明では絶縁層10としてセラミック層を設けている。ここで絶縁しているため、ヒートパイプ3内に電気伝導性のよい水を冷媒に用いることが可能になる。また、水を用いた場合には、雰囲気の温度が0°C以下になると凍ってしまうおそれがある。しかし、パイプ4を冷却ブロック2内に挿入しているので、パイプ4内の冷媒である水がたとえ凍って膨張したとしても、パイプ4を冷却ブロック2によって締め付けいるため、パイプ4の膨張による破損を防止できる。もちろん水の封入量を増加させて、パイプ4が冷却ブロック2に覆われていない部分まで水を封入してしまうと水が凍ったときに、パイプ4の破損を招くこともあり得る。しかし、水の封入量を適切に設定することにより、パイプ4内の水の高さを、冷却ブロック2に挿入したパイプの高さ以内にすることができるので、そのおそれはない。

【0024】このように構成した本実施例では、サイリスタ素子と冷却ブロックとの間に電気的絶縁層を設けているため、ヒートパイプ内に封入する冷媒を水にすることが可能になる。そして、冷媒が水であることにより、ヒートパイプの沸騰及び凝縮性能の向上を図れる。又、ヒートパイプにおいて、冷却ブロック側と凝縮器との間に碍子などによる絶縁構造にする必要がなくなり、冷却

40 装置が安価に製作できる。また、従来、交互に積層されていた発熱体ユニットと冷却ブロックとを、冷却ブロックに発熱体ユニットを多段実装することにより、発熱体ユニットと冷却ブロックとの押しつけ力を小さくすることが可能になり、サイリスタ素子の破損を防止できる。さらに、ヒートパイプを構成するパイプの内壁面に微細溝を設けることにより、パイプを曲げた場合においても、凝縮器側で生成された冷媒の凝縮液が冷却ブロック側へ戻りやすくなる効果がある。

【0025】図5は、本発明の他の実施例で、図3及び図4で説明した実施例とはパイプ4を直角に曲げている

8

点が異なっている。この場合、凝縮器8の冷却フィン5が重力方向に平行となっており、冷却フィンでの熱交換が理想的になる。そこで、本実施例では外側の空気の自然対流によって冷却フィン5を冷却している。これにより、冷却装置の信頼性が向上するばかりでなく、消費電力の低減を図れる。

【0026】図6に本発明のさらに他の実施例を示す。この実施例と図5に示した実施例との違いは、空気の流れを引き起こすためファンダクト21を設けたことにある。この実施例においては、ファンダクト内に設けたファンにより空気の流れ22が強制的に作られるため、凝縮器8の冷却フィン5の間の空気はスムーズに流れ、伝熱性能が飛躍的に向上する。

【0027】図7に本発明の他の実施例を示す。この場合はヒートパイプ3を構成するパイプ4は重力方向に真直に延びており、冷却ブロック2の両方の面に、サイリスタ素子9が実装されている。これにより、一つのヒートパイプ3で約2倍のサイリスタ素子9を冷却することができる。両面にサイリスタ素子9が実装されているので、パイプ4を曲げることができない。また、冷却フィン5は重力方向にほぼ直交するため、自然対流伝熱に適していない。そこで、ファン20及びファンダクト21を設けて、強制対流によって冷却フィン5の間に空気を流す構造としている。この構成により、簡単な構造で大きな冷却能力を得ることができる。

【0028】図8及び図9に本発明のさらに他の実施例を示す。熱伝導グリース14を介して接する2つの面、つまり、冷却ブロック2及び素子ベース11の熱伝導グリースとの接触面23、24の構造を示している。これらの接触面23、24には、微小溝25、26を格子状に設けている。接触面23あるいは接触面24に熱伝導グリース14を塗布して両方の面を接触させ、ボルト15で押しつける。ここで、熱伝導グリース14の塗布量が多い場合には、ボルト15による締結力を強くしても、熱伝導グリース14の厚みを小さくできない。この厚みが大きいと、熱伝導グリース層内の温度差が大きくなり、それだけ、伝熱性能が低下する。そこで、接触面23、24の一部に微小溝25、26を設けて、残った熱伝導グリースを微小溝25、26の中に収容する。このような構造にすると、接触面23、24の微小溝25、26のない部分の熱伝導グリースの厚みを小さく抑えることができて、伝熱性能の向上を図れる。一方、微小溝25、26の部分は熱伝導グリースが厚くなり、伝熱性能に寄与しないので、逆に微小溝25、26が占める面積をできるだけ小さくするのが望ましい。そこで、両者のかねあいで微小溝25、26の占める面積の割合は決まるが、微小溝25、26はできるだけまばらに接触面25、26上にあるようにするのがよい。例えば、図8、図9のように格子状に設けると効果が大きい。もちろん、接触面23側のみ、または、接触面24側のみ

に微小溝25、または26を設ける構造でもよい。

【0029】このように構成した本実施例では、素子ベースと冷却ブロックとの間に熱伝導性グリースを挿入しているので、この部分の接触熱抵抗の低減を図ることが可能になり伝熱性能の向上を図ることができる。また、素子ベース及び冷却ブロックの接する面の両方あるいは一方の面に微小溝を設けることにより、熱伝導性グリースの厚みを薄くでき、一層の伝熱性能向上を図ることができる。

【0030】図10に本発明の一実施例を搭載した車輪27を、図11には、図10のA-A矢視断面図を示す。車体28は台車29により支えられている。台車29は、台車枠30と、この台車枠30に回転自在に設けた車軸32と、車軸32に固定された車輪31と、車軸32にモータ34で発生した動力を伝えるギヤ33と、モータ34とを備えている。そして、モータ34の回転力は、ギヤ33から車輪31に伝わり、車輪31の回転により車輪27はレール35上を移動する。モータ34の回転を制御する電流は、パンタグラフ36により架線37から取り入れられ、制御器38によりモータ制御電流に変換される（図10及び図11においては、電気配線を省略している）。モータ制御電流の値を変化させることにより、モータ34の回転が変化し、それに伴い車輪27の速度が変化する。

【0031】制御器38は、制御器筐体39内にサイリスタ1、ヒートパイプ3、フィルタコンデンサ40等の電装品等を収めた構造になっており、車体28底部に車輪27正面から見て左右対称に2個取り付けられている場合が多い。図12は車輪27が傾いた場合の車輪27の断面図である。車輪27が右に傾くと、図12の左側のヒートパイプ3のパイプ4内の液体の冷媒5aが冷却ブロック2側に戻りやすくなる。このように車輪27が傾いた場合においても、左右に配置されたヒートパイプのどちらかが伝熱性能の高い配置となり、サイリスタ素子の冷却を効果的に行える。

【0032】このように構成した本実施例においては、車輪の床下に左右対象に冷却装置を取り付けているので、必ず一方の冷却ユニットのパイプの凝縮液が冷却ブロック側へ戻りやすくなり、伝熱性能の向上を図ることができる。以上のいずれの実施例においても、各部の伝熱性能の向上を図ることにより、例えば空気流の温度を一定と考えれば、素子温度の低減を図ることができる。それにより、素子の寿命を長くでき、信頼性を高めることができる。また、冷却装置の小型、軽量化を図れる。

【0033】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、サイリスタの発熱素子にヒートパイプを熱的に接続し、ヒートパイプの凝縮部をサイリスタに対し、上方または側部上方に設けたので、冷却性能が向上すると共に、冷却用のスペース効率が増す。

【0034】

【図面の簡単な説明】

- 【図1】本発明の一実施例の斜視図である。
- 【図2】従来技術の斜視図である。
- 【図3】本発明の一実施例の側面図である。
- 【図4】本発明の一実施例のヒートパイプの一部分の側面図である。
- 【図5】本発明の一実施例の側面図である。
- 【図6】本発明の一実施例の側面図である。
- 【図7】本発明の一実施例の側面図である。
- 【図8】本発明の一実施例の接触面構造を示す斜視図である。
- 【図9】本発明の一実施例の接触面構造を示す斜視図で*

*ある。

【図10】本発明の一実施例を搭載した車輌の側面図である。

【図11】本発明の一実施例を搭載した車輌の正面断面図である。

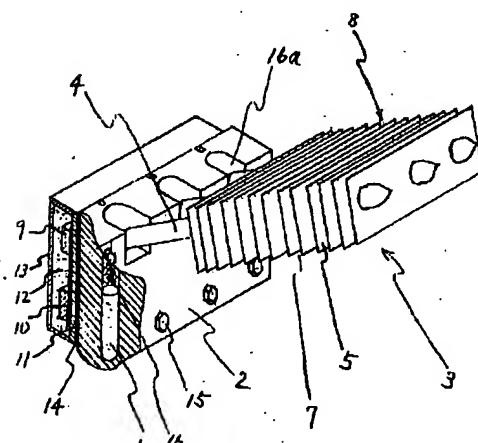
【図12】本発明の一実施例を搭載した車輌の正面断面図である。

【符号の説明】

1…サイリスタ、2…冷却ブロック、3…ヒートパイプ、4…パイプ、5…冷却フィン、8…凝縮器、9…サイリスタ素子、10…絶縁層、11…素子ベース、14…熱伝導グリース、19…微細溝、23、24…接触面、25、26…微細溝、27…車輌、38…制御器。

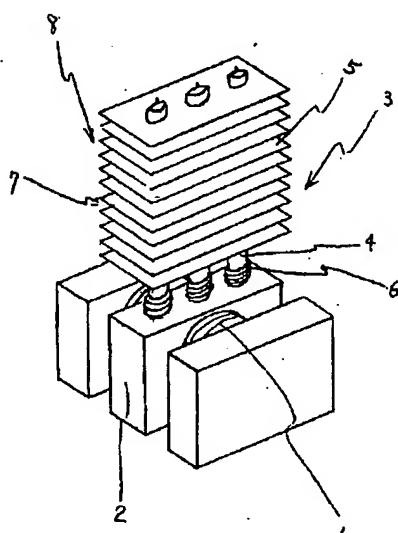
【図1】

本発明の一実施例の斜視図(図1)



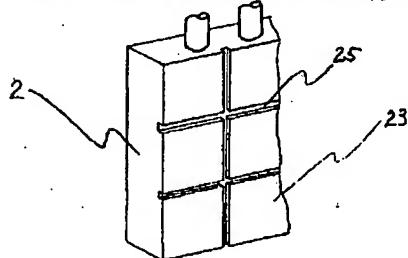
【図2】

従来技術の斜視図(図2)



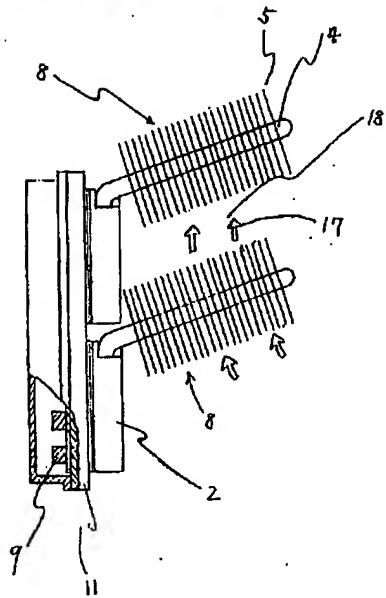
【図8】

本発明の一実施例の接触面構造を示す斜視図(図8)



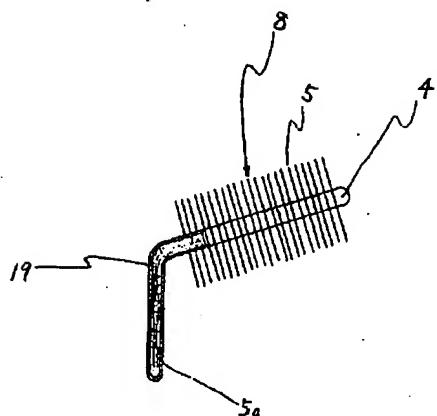
【図3】

本発明の一実施例の側面図(図3)



【図4】

本発明の一実施例のヒートパイプの部分の側面図(図4)

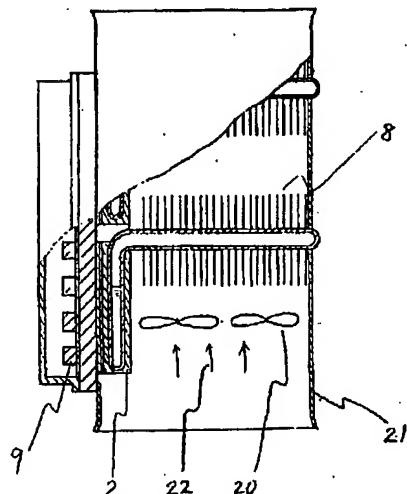
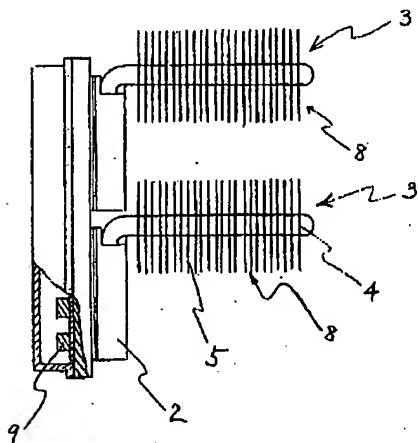


【図6】

本発明の一実施例の側面図(図6)

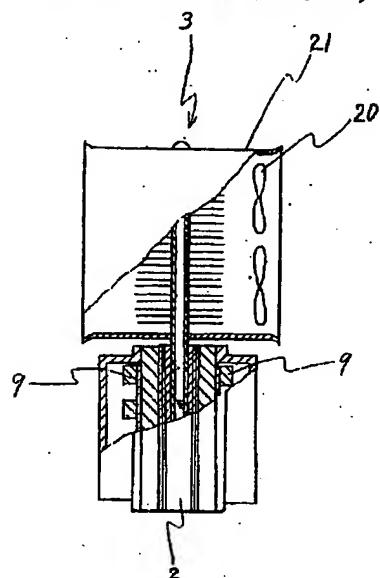
【図5】

本発明の一実施例の側面図(図5)



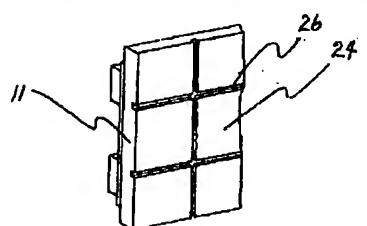
【図7】

本発明の一実施例の側面図(図7)



【図9】

本発明の一実施例の接舷面構造表示斜視図(図9)

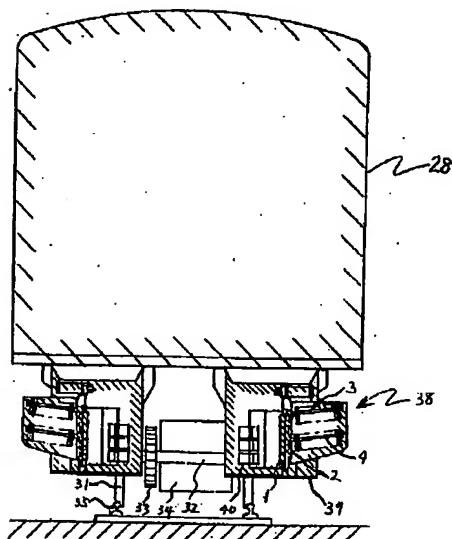
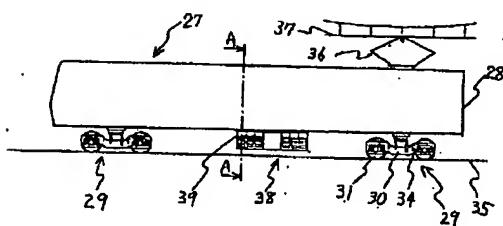


【図11】

本発明の一実施例と搭載した車両の正面図(図11)

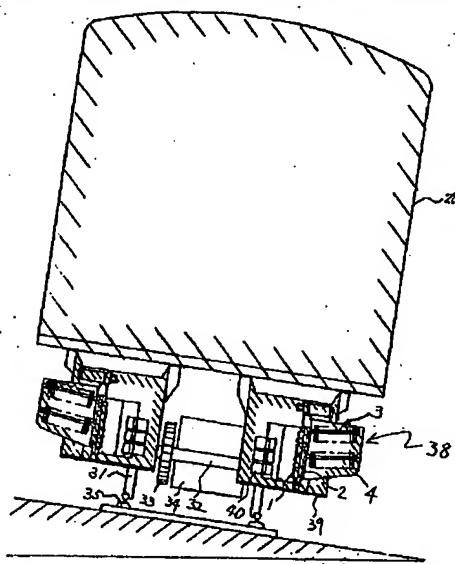
【図10】

本発明の一実施例を搭載した車両の側面図(図10)



【図12】

本発明の一実施例を搭載した車両の正面図(図12)



フロントページの続き

(72)発明者 斎藤 秀治

茨城県勝田市市毛1070番地 株式会社日立
製作所水戸工場内

(72)発明者 豊田 瑛一

茨城県勝田市市毛1070番地 株式会社日立
製作所水戸工場内